

PREPARACION DE UN LADRILLO REFRACTARIO





ALUMNO: IBAZETA VILLARREAL, KIOSHI JOEL 20132192I

PROFESOR: ING. MARTINEZ AGUILAR DAVID PEDRO CURSO: CERAMICA

INDICE

INDICE 1
1. INTRODUCCION 3
2. OBJETIVOS 4
2.1 OBETIVO GENERAL 4
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO 4
3. MARCO TEORICO 5
3.1 CERÁMICA 5
3.2 MATERIAS PRIMAS 5
3.3 MATERIALES CERAMICOS 6
3.4 MATERIA PRIMA MINERAL 6
3.5 ARCILLA 9
3.5.1 TIPOS DE ARCILLAS 9
3.5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ARCILLAS 9
3.5.2.1 COLOR 9
3.5.2.2 HUMEDAD 9
3.5.2.3 PLASTICIDAD 9
3.6 LADRILLO REFRACTARIO 10
3.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS Y MATERIALES REFRACTARIOS 10
3.6.1.1 LADRILLOS REFRACTARIOS ÁCIDOS 10
3.6.1.2 LADRILLO REFRACTARIOS NEUTROS 10
3.6.1.3 LADRILLOS REFRACTARIOS BÁSICOS 10
3.6.2 APLICACIONES DEL LADRILLO REFRACTARIO 10
3.6.3 PROPIEDADES DE UN LADRILLO REFRACTARIO 11
3.6.4 ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN LADRILLO 11
4. EQUIPOS Y MATERIALES 12
4.1 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL 12
4.2 EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO 12
5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL 13
6. CALCULOS Y RESULTADOS 17
6.1 DATOS DE COMPONENTES 17
6.2 CALCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD 17
6.3 CALCULO DEL PORCENTAJE DE PLASTICIDAD 17
6.4 CALCULO DEL PORCENTAJE DE CONTRACCIÓN 18

6.4.1 % CONTRACCION DE SECADO 18
6.4.2 % CONTRACCIÓN DE QUEMA 18
6.4.3 % CONTRACCIÓN LINEAL 18
6.4.4 % CONTRACCIÓN SUPERFICIAL 19
6.4.5 % CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA 19
6.5 CALCULO DE TEMPERATURA 19
6.5.1 TEMPERATURA DE REFRACTARIEDAD 20
6.5.2 CONO PIROMETRICO EQUIVALENTE 20
6.5.3 TEMPERATURA DE TRABAJO 20
6.5.4 TEMPERATURA DE COCCIÓN 21
7. CONCLUSIONES 22
8. OBSERVACIONES 24
9. RECOMENDACIONES 25
10. BIBLIOGRAFIA 26

1. INTRODUCCION

Se sabe que los materiales cerámicos son compuestos químicos inorgánicos o soluciones complejas, estos están constituidos por elementos metálicos y no metálicos unidos entre si principalmente mediante enlaces iónicos y/o covalentes. Estos materiales tienen una gran aplicación en alfarería, construcción, utensilios de cocina, dispositivos eléctricos, etc.

Esta gran versatilidad de aplicaciones de debe a que poseen propiedades muy características que no pueden ser obtenidas con ningún otro material. Pueden utilizarse en ambientes con temperatura alta, corrosivos y tribológicos.

En dichos ambientes muchas cerámicas exhiben buenas propiedades electromagnéticas, ópticas y mecánicas, resistencia a los ataques químicos, a los cambios bruscos de temperatura, a los esfuerzos mecánicos, entre otras cosas. Una característica fundamental del término material incluye que puedan fabricarse en formas diferentes con dimensiones determinadas.

En este laboratorio daremos énfasis a la elaboración o preparación de nuestro ladrillo refractario, y las etapas por la cual atraviesa hasta obtener nuestro producto refractario en verde (humedad con agua de moldeo).

El proceso de moldeo de un objeto cerámico, consta de cinco etapas:

- ✓ Selección de la materia prima (arcilla, sílice, fundente, aglomerante, ligante, etc.)
- ✓ Preparación mecánica de la materia prima (trituración y molienda)
- ✓ Clasificación de la materia prima (tosco, medio y fino)
- ✓ Homogenizado, adición de ligante, moldeo y secado
- ✓ Cocción o sinterización

En este laboratorio abarcaremos hasta la etapa del moldeo en donde también determinaremos las características de nuestro objeto cerámico (color humedad, plasticidad, temperatura de cocción, etc.).

El presente informe de elaboración de un ladrillo refractario es importante ya que al ser producido debe de serlo de acuerdo a parámetros para tener una buena calidad para ser utilizado sin causar problemas o mayores inconvenientes en el sector que sea destinado para su uso.

2. OBJETIVOS

2.1 OBETIVO GENERAL

- ✓ El objetivo general de este laboratorio es conocer de modo práctico la preparación de un ladrillo refractario, el método de su manufactura por prensado en seco, la materia prima que se utiliza para su preparación y los ligantes utilizados para lograr la plasticidad adecuada.

2.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Como objetivos específicos tenemos lo siguiente:

- ✓ Poder determinar las principales características de un ladrillo refractario, como:
  - ❖ El porcentaje de humedad
  - ❖ Las longitudes plásticas, de secado y de quema
  - ❖ La contracción de secado y de quema
  - ❖ La contracción lineal, superficial y volumétrica
- ✓ Poder determinar los defectos de manufactura de un ladrillo refractario.
- ✓ Y por último poder conocer otros métodos para la fabricación de ladrillos refractarios.

3. MARCO TEORICO

3.1 CERÁMICA

Es la ciencia y el arte de fabricar objetos decorativos, utilitarios, etc; a partir de un mineral no metálico que mediante su proceso de manufactura requiere tratamiento térmico.

Proviene de las palabras griegas:

- ✓ Alfar: alfarería (Arcilla)
- ✓ Keramus: quemar o cosa quemada

La cerámica también es la aplicación de los descubrimientos de la ciencia y la ingeniería en la elaboración de productos útiles hechos con materiales inorgánicos no metálicos. Los materiales cerámicos abarcan una gama extensa, tanto en las aplicaciones como en el tiempo. En general, son duros, quebradizos, además de aislantes eléctricos y térmicos; requieren procesamiento a altas temperaturas y se forman con polvos. Las principales divisiones de la tecnología cerámica son semejantes al procesamiento y las propiedades de los materiales. Sin embargo, las diferencias en las aplicaciones y en el comportamiento de los materiales durante el proceso requieren el empleo de diversas técnicas.

3.2 MATERIAS PRIMAS

Actualmente existe cuatro requisitos fundamentales de las materias primas que se utilizan en la industria cerámica, son los siguientes:

- ✓ Calidad y constancia a lo largo del tiempo
- ✓ Especificaciones de tolerancia rigurosas con respecto a la concentración mínima de los componentes mineralógicos y químicos deseados y a los porcentajes máximos de otros minerales no deseados.
- ✓ Cantidad suficiente y suministro ininterrumpido.
- ✓ Bajo costo para mantener los costos de producción

Estas exigencias las establecen el sistema de calidad de cada fábrica, ya que la cadena de calidad comienza desde la materia prima hasta el producto terminado.

Conviene distinguir tres tipos de materias primas:

- ✓ De origen mineral (materias primas minerales)
- ✓ Producto químico (materias primas sintéticas)
- ✓ Material reciclado de origen propio o externo.

Las características del producto final van a depender de las características de la materia prima utilizada.

3.3 MATERIALES CERAMICOS

- Soluciones compuestas – elementos metálicos y no metálicos enlazados mediante uniones iónicas y/o covalentes.
- Son duros y frágiles con baja tenacidad y ductilidad
- Son buenos aislantes eléctricos y térmicos
- Tienen alta temperaturas de fusión, altas resistencia al ataque químico, bajo costo y presentan la facilidad de controlar su aspecto.

MATERIALES CERAMICOS

VIDRIOS
PRODUCTOS DE ARCILLA
ABRASIVOS
CEMENTOS
CERAMICOS AVANZADOS
REFRACTARIOS
VIDRIOS
VIDRIOS CERAMICOS
PRODUCTOS ESTRUCTURALES DE ARCILLA
PRODUCTOS BLANCOS
ESPECIALES
BASICOS
SILICA
ARCILLAS REFRACTARIAS

Fig. 01 Materiales cerámicos. [3]

3.4 MATERIA PRIMA MINERAL

Desde los comienzos de la cerámica, las materias primas minerales básicas han sido y seguirán siendo los silicatos y aluminosilicatos que son las rocas más abundantes de la corteza terrestre. Las arcillas en particular han constituido y constituyen la base de los feldespatos, cuarzo, carbonatos de calcio y magnesio, etc. En las siguientes tablas indicaremos las materias primas minerales más importantes, así como también las principales rocas utilizadas como materia prima cerámica.

	Minerales	Fórmulas	Tipos de yacimientos frecuentes
Formas de la sílice	Cuarzo	SiO_2	Cuarcitas, areniscas, diques de cuarzo, vidrios volcánicos. Sedimentos de precipitación química
Feldespatos	Ortoclasa Microclina Plagioclasas	KSi_3O_8Al $Na\ Si_3O_8Al$ (albita) $Ca\ Si_2O_8Al_2$ (anortita)	Pegmatitas. Arenas de descomposición de granitos y gneises
Nesosilicatos alumínicos y otros minerales de aluminio	Andalucita Silimanita Distena	Al_2OSiO_4	Aureolas de metamorfismo de rocas ígneas en sedimentos arcillosos. Gneises. Esquistos y pegmatitas
	Corindón	γ-Al_2O_3	Pegmatitas pobres en sílice. Rocas ricas en Al metamorfizadas
	Pirofilita	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	Pizarras alumnícas de metamorfismo regional bajo
Silicatos Magnésicos y otros minerales de Mg	Olivino	$Mg_2\ SiO_4$ (forsterita)	Rocas ultrabásicas
	Talco	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	Dolomías silicificadas. Serpentinas y olivinos alterados. Ambientes metasomáticos, hidrotermal y de metamorfismo regional
	Cordierita	$Mg_2Si_5AlO_{18}Al_3$	Rocas de Mg y Al fuertemente metamorfizadas. Esquistos y gneises inyectados por rocas ígneas
	Magnesita	$Mg\ CO_3$	Series carbonatadas metamorfizadas. Asociada a serpentina. Mármoles
	Vermiculita	$(Mg,Fe,Al)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2\cdot 4H_2O$	Pegmatitas máficas. En serpentinas. Alteración de biotitas
	Sepiolita	$Si_{12}O_{30}(OH)_4Mg_8\cdot 4H_2O$	Rocas básicas y serpentinitas alteradas. Cuencas sedimentarias continentales básicas
Otros minerales	Wollastonita	$Ca\ SiO_3$	Calizas impuras metamorfizadas
	Grafito	C	Rocas carbonosas metamorfizadas por alta temperatura
	Zircón	$Zr\ SiO_4$	Placeres. Accesorios en rocas plutónicas y metamórficas ácidas
	Cromita	$Fe\ Cr_2O_4$	Rocas ultrabásicas. Placeres.

Tabla N°01 Materias primas minerales como materia prima cerámica

Industria	Productos más importantes	Materias primas minerales más importantes	Productos químicos más importantes
Cerámica roja	Ladrillos Bloques tejas	Arcillas	
Cerámica blanca	Vajilla, sanitarios, porcelana eléctrica	Caolín, feldespato, cuarzo, esteatitas	Fritas, pigmentos para esmaltes
Revestimientos	Pisos, azulejos	Arcillas, feldespatos, cuarzo	Fritas, pigmentos, esmaltes.
Refractarios	Ladrillos de diversa composición, crisoles, hormigones	Arcillas refractarias, magnesitas, cromitas sillimanitas, cuarzo	Carburo de silicio, alúmina calcinada, tabular

Tabla N° 02 Materias primas más importantes

Nombre de la roca	Mineralogía esencial	Fórmula mineral
Caolín	Caolinita y metahalloysita Halloysita Feldespato. Cuarzo Illita (mica degradada y de tamaño pequeño)	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 \cdot 4H_2O$
Arcilla refractaria	Caolinita, cuarzo, illita	
Bauxita	Gibbsita Diásporo Bohemita Cuarzo, caolinita, óxidos de Fe	$Al(OH)_3$ α- $AlO(OH)$ γ-$AlO(OH)$
Granito	Cuarzo, feldespatos Moscovita Biotita	$K\,Al_2\,Si_3AlO_{10}(OH)_2$ $K\,(Al,Mg,Fe)_3\,Si_3AlO_{10}\,(OH,F)_2$
Pizarra	Cuarzo, feldespatos, illita Clorita	$(Mg,Fe,Al)_6\,(Si,Al)_4O_{10}\,(OH)_8$
Caliza	Calcita, aragonito	$CaCO_3$
Dolomía	Dolomita	$(Ca,Mg)(CO_3)_2$
Serpentina	Crisotilo y antigorita	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$
Arenisca, cuarcita	Cuarzo	
Arcillas cerámicas	Cuarzo, calcita, dolomita, caolinita, illita, clorita, vermiculita, óxidos de Fe, montmorillonita	$(Al,Mg,Fe)_2\,(Si,Al)_4\,(OH)_2O_{10} \cdot X^{+}_{0.7} \cdot nH_2O$

Tabla N° 03 Principales rocas utilizadas como materia prima cerámica

3.5 ARCILLA

Es un material de grano fino, terroso, que se hace plástico al ser mezclado con agua, pudiendo moldeársele de distintas formas, y que, por secado, se contrae y adquiere resistencia, y por la quema se convierte en un material duro y permanente.

De formula $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$ (Silicato de alúmina di hidratado), es un filosilicato.

3.5.1 TIPOS DE ARCILLAS

ARCILLA	PRIMARIA	SECUNDARIA
Pureza	Alta pureza	Baja pureza
Forma de grano	Grano grueso	Grano fino
Forma	Anguloso	Redondead
Plasticidad	Baja a nula (material anti plástico)	Buena

Tabla N° 04 Tipo de arcillas

3.5.2 CARACTERISTICAS DE LAS ARCILLAS

Vamos a presentar los más importantes y que determinaremos en el laboratorio.

3.5.2.1 COLOR

- ✓ Blanco. Es la más alta pureza Ejm. El caolín al ser quemado es de color blanco.
- ✓ Rojo. Presencia de Fe como oxido (FeO), como hidróxido (FeOH) color amarillo.
- ✓ Negro. Presencia de materia orgánica (C).
- ✓ Verde. Presencia de carbonatos (CO_3) Ejm. Malaquita carbonato de cobre.

3.5.2.2 HUMEDAD

$$\%H = \frac{\omega_i - \omega_s}{\omega_i}$$

Dónde: $\omega_i =$ peso de arcilla + agua $\omega_s =$ peso de arcilla seco

3.5.2.3 PLASTICIDAD

$$\%P = \frac{\omega_{H_2O}}{\omega_s}$$

Dónde: $\omega_i =$ peso agua gastado $\omega_s =$ peso de arcilla seco

3.6 LADRILLO REFRACTARIO

Podemos dar la definición de ladrillo refractario como aquel elemento de construcción capaz de resistir altas temperaturas sin sufrir un deterioro físico o químico considerable durante un periodo de tiempo razonable



Ladrillo refractario

3.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS Y MATERIALES REFRACTARIOS

Los ladrillos refractarios se pueden clasificar atendiendo a varios parámetros, aunque el más importante con diferencia es su naturaleza química

3.6.1.1 LADRILLOS REFRACTARIOS ÁCIDOS

Son ladrillos aptos para ser montados en entornos ácidos, típicamente con base de sílice o silicoaluminosa.

3.6.1.2 LADRILLO REFRACTARIOS NEUTROS

Son ladrillos y piezas de comportamiento neutro, que pueden funcionar tanto en entornos ácidos como alcalinos

3.6.1.3 LADRILLOS REFRACTARIOS BÁSICOS

Se trata de piezas aptas para entornos alcalinos, típicamente con base de magnesia

3.6.2 APLICACIONES DEL LADRILLO REFRACTARIO

Los ladrillos refractarios son hoy en día accesorios fundamentales en cualquier industria que lleve a cabo procesos a elevadas temperaturas: ya sean hornos, calderas, intercambiadores o galerías, el material refractario es siempre un elemento esencial en el mantenimiento y cuidado de estas estructuras críticas desde el punto de vista productivo.

Además, en el ámbito doméstico, se utilizan hoy en día en numerosas aplicaciones en el día a día, como chimeneas para la cocina, radiadores para el baño, barbacoas de leña, de gas, estufas, pintura refractaria etc.

3.6.3 PROPIEDADES DE UN LADRILLO REFRACTARIO

- ✓ Alta refractariedad
- ✓ Estabilidad volumétrica a las temperaturas de operación
- ✓ Estabilidad química (frente a gases, vapores y escorias)
- ✓ Resistencia al choque térmico
- ✓ Alta resistencia mecánica
- ✓ Conductividad térmica (denso aislante)
- ✓ Alta resistencia a la abrasión
- ✓ Baja conductividad eléctrica a altas temperaturas

3.6.4 ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE UN LADRILLO

MATERIA PRIMA: Arcilla refractaria.



PREPARACIÓN MECÁNICA

CLASIFICACIÓN TAMAÑOS:

Tosco: 30-40% peso

Fino: 30-40% peso

Mediano: 30-40% peso



HOMOGENIZADO



MOLDEO:

Prensado en seco.

% Humedad: 7 a 10



SECADO

COCCIÓN

4. EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

- ✓ Guardapolvo (uso obligatorio)
- ✓ Tapones para oído (uso opcional, en el caso de chancar el cascote)
- ✓ Respirador contra polvo y gas (uso opcional, en el caso de chancar el cascote)
- ✓ Guantes de látex (uso opcional)
- ✓ Lentes protectores (uso opcional)
- ✓ Zapatos de seguridad (uso opcional)

4.2 EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

- ✓ Balanza electrónica
- ✓ Brocha, cuchara, lona chica, fuente
- ✓ Malla #10
- ✓ Horno eléctrico
- ✓ Probeta graduada de 100ml
- ✓ Maquina prensadora
- ✓ Bolsas plásticas, regla milimétrica
- ✓ Arcilla refractaria (ARF-1, AR-PC y AR-HZ), cascote, abridor orgánico
- ✓ Ligante (agua)

NOTA:

Se deja en claro que como material de laboratorio a mi grupo le toco las arcillas refractarias del tipo:

- ✓ ARF-1
- ✓ AR-HZ

5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- ✓ Datos de los componentes de la producción del ladrillo:

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)	PESO (gr)
Cascote (material tosco)	35	175
Arcilla refractaria ARF-1 (material fino)	35	175
Arcilla refractaria AR-HZ (material fino)	30	150
TOTAL	100	500

Datos de componentes

- ✓ Empezamos preparando el cascote a -10m (malla -10), caso contrario llevar a la chancadora para su reducción de tamaño.



Tamiz del cascote

- ✓ Luego hacemos el pesado y homogenizado de cada componente para el ladrillo refractario.





Material por separado

- ✓ Seguidamente procedemos a la homogenización total de los 3 componentes dados con la finalidad de distribuir uniformemente la materia prima y obtener un producto con las mismas propiedades en toda su superficie



Homogenización de los 3 componentes

- ✓ A continuación, se adiciona el ligante, para nuestro caso como las arcillas están a granulometría fina, la arcilla será plástica, para materiales plásticos el ligante a usar es el agua (ligante universal), que se adiciona de a poco a la mezcla y distribuyéndola hasta alcanzar su plasticidad adecuada.



Amasando la mezcla

- ✓ Nuestro método de moldeo utilizado fue por moldeo en seco, para lo cual se prepara la máquina para su uso.





- ✓ Se da alrededor de 15 golpes para compactar bien el material y obtener un ladrillo lo más denso posible a una buena presión.







Imagen referencial de ladrillo prensado

- ✓ Secado y Cocción: luego de tener nuestro ladrillo prensado, procederemos al secado de los bloques formados hasta llevarlos a un estado en cuero (una semana aproximadamente), con porcentaje de humedad menor o igual al 2%. Posteriormente llevamos los ladrillos al horno eléctrico de 1 atm oxidante por un tiempo de 9 horas a una temperatura de cocción entre los 1000°C a 1100°C, para obtener como producto el ladrillo refractario.
- ✓ Luego de la cocción sacamos del horno nuestro ladrillo refractario y procedemos a medir su longitud de quema para los cálculos respectivos que se hará a continuación.





6. CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 DATOS DE COMPONENTES

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)	PESO (gr)
Cascote (material tosco)	35	175
Arcilla refractaria ARF-1 (material fino)	35	175
Arcilla refractaria AR-HZ (material fino)	30	150
TOTAL	100	500

Tabla N° 01 Datos de componentes

6.2 CALCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD

INTEGRANTES	H20 (ml)	PESO SECO	% HUMEDAD
IBAZETA/HUALVERDE	55	500	9.90990991
ROJAS/MAMANI M.	60	500	10.7142857
POZO/BARRIOS	59	500	10.5545617
RIVAS/MICHA	60	500	10.7142857

Tabla N° 02 %Humedad

$$\%H = \frac{W_{HUMEDO} - W_{SECO}}{W_{HUMEDO}} * 100$$

$$\%H = \frac{500 + 55 - 500}{500 + 55} * 100$$

$$\boldsymbol{\%H} = 9.90990991\%$$

6.3 CALCULO DEL PORCENTAJE DE PLASTICIDAD

INTEGRANTES	H_2O (ml)	PESO SECO	% HUMEDAD	% PLASTICIDAD
IBAZETA/HUALVERDE	55	500	9.90990991	11
ROJAS/MAMANI M.	60	500	10.7142857	12
POZO/BARRIOS	59	500	10.5545617	11.8
RIVAS/MICHA	60	500	10.7142857	12

Tabla N° 03 %Plasticidad

$$\%P = \frac{W_{H2O}}{W_{ARCILLA\ SECA}} * 100$$

$$\%P = \frac{55}{500} * 100$$

$$\boldsymbol{\%P = 11}$$

6.4 CALCULO DEL PORCENTAJE DE CONTRACCIÓN

INTEGRANTES	LONGITUD PLASTICA (Lp)	LONGITUD SECA (Ls)	LONGITUD DE QUEMA (Lq)
IBAZETA/HUALVERDE	22.20 cm	22.00 cm	21.70 cm
ROJAS/MAMANI M.	22.20 cm	22.00 cm	21.60 cm
POZO/BARRIOS	22.20 cm	22.00 cm	21.60 cm
RIVAS/MICHA	22.20 cm	22.00 cm	21.70 cm

Tabla N° 04 L_p, L_s y L_q

6.4.1 % CONTRACCION DE SECADO

$$\%Csecado = \frac{Lp-Ls}{Lp} * 100$$

$$\%Csecado = \frac{22.20 - 22.00}{22.20} * 100$$

%CSECADO =0.9009009

6.4.2 % CONTRACCIÓN DE QUEMA

$$\%Cquema = \frac{Ls-Lq}{Ls} * 100$$

$$\%Cquema = \frac{22.00 - 21.70}{22.00} * 100$$

%CQUEMA =1.3636364

6.4.3 % CONTRACCIÓN LINEAL

$$\%Clineal = \frac{Lp-Lq}{Lp} * 100$$

$$\%Clineal = \frac{22.20 - 21.70}{22.20} * 100$$

%CLINEAL =2.252252252

6.4.4 % CONTRACCIÓN SUPERFICIAL

$$\%Csuperficial = 2a - \frac{a^2}{100}$$

$$\%Csuperficial = 2 * 2.252252252 - \frac{2.252252252^2}{100}$$

%CSUPERFICIAL =4.453778102

6.4.5 % CONTRACCIÓN VOLUMÉTRICA

$$\%Cvolumetrico = 3a - \frac{3a^2}{100} + \frac{a^3}{100^2}$$

$$\%Cvolumetrico = 3 * 2.252252252 - \frac{3 * 2.2522522522^2}{100} + \frac{2.252252252^3}{100 * 100}$$

%CVOLUMETRICO =6.605720037

INTEGRANTES	CONT. SECADO	CONT. QUEMA	CONT. LINEAL	CONT. SUPERFICIAL	CONT. VOLUMETRICA
IBAZETA/HUALVERDE	0.9009009	1.3636364	2.252252252	4.453778102	6.605720037
ROJAS/MAMANI M.	0.9009009	1.8181818	2.702702703	5.332359386	7.890944268
POZO/BARRIOS	0.9009009	1.8181818	2.702702703	5.332359386	7.890944268
RIVAS/MICHA	0.9009009	1.3636364	2.252252252	4.453778102	6.605720037

Tabla N° 05 Tabla de contracciones

6.5 CALCULO DE TEMPERATURA

MATERIAL	%Peso	Peso (g)	PE	#Equivalente
ARCILLA REFRACTARIA ARF-1 ($Al2O3.2SiO2.2H2O$)	35	175	258	0.67829457
ARCILLA REFRACTARIA AR-HZ ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$)	30	150	258	0.58139535
CASCOTE ($Al_2O_3.2SiO_2$)	35	175	222	0.7882883
Total	100	500		

Tabla N° 06 Tabla de Peso equivalente

6.5.1 TEMPERATURA DE REFRACTARIEDAD

$$\boldsymbol{T_{Refractariedad}\ (°C) = \frac{360 + R_2O_3 - (RO + R_2O)}{0.228}}$$

- ✓ Para calcular el $R_2O_3 = Al_2O_3$

$$Al_2O_3\% = \frac{\text{Peso Molecular de la Alumina} * (\text{Suma de Equivalentes})}{\text{Peso Total}} * 100$$

$$Al_2O_3\% = \frac{102 * (0.67829457 + 0.58139535 + 0.7882883)}{500} * 100$$

$$Al_2O_3\% = 41.7787555\%$$

- ✓ Como no hay presencia de RO y RO2, entonces calculamos la temperatura de refractariedad sin considerar esto óxidos.

$$T_{Refractariedad}\ (°C) = \frac{360 + 41.7787555}{0.228}$$

$$T_{Refractariedad}\ (°C) = 1762.187524°C$$

6.5.2 CONO PIROMETRICO EQUIVALENTE

Ahora hallaremos el cono pirométrico equivalente:

$$CPE = \frac{113 + \%R_2O_3 - (\%RO + \%R_2O)}{4.48} = \frac{113 + 41.7787555 - 0}{4.48} = 34.54882935$$

Entonces el cono pirométrico a usar sería:

CPE = 35

6.5.3 TEMPERATURA DE TRABAJO

$$T_{Trabajo}(°C) = T_{Refractariedad} - (150 - 200\ °C)$$

$$(1762.187524 - 200)°C < T°\ de\ Trabajo < (1762.187524 - 150)°C$$

$$1562.187524°C < T°\ de\ Trabajo < 1612.187524°C$$

6.5.4 TEMPERATURA DE COCCIÓN

$$\boldsymbol{T_{Cocción} = f * T_{Refractariedad}}$$

Donde:

$$\boldsymbol{0.5 < f < 0.8}$$

De los Datos:

$$f = \frac{T_{Cocción}}{T_{Refractariedad}}$$

$$f = \frac{1100\ °C}{1762.187524°C}$$

f =0.624224145

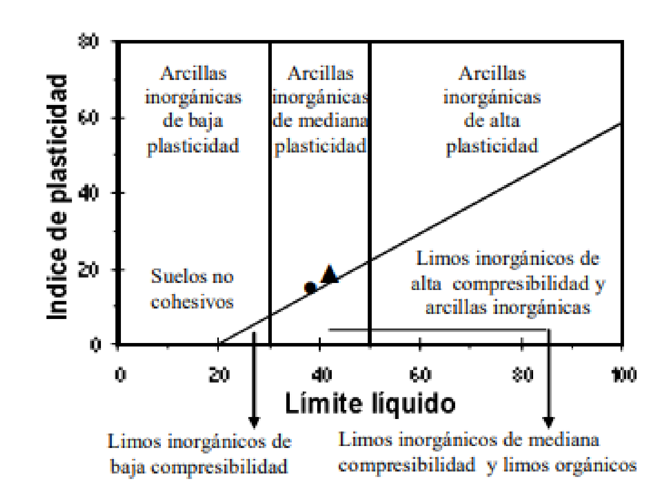
La constante "f" se encuentra en el rango establecido, por lo tanto, la temperatura de cocción es correcta.

7. CONCLUSIONES

- ✓ La experiencia de este laboratorio enseña el proceso de fabricación de un ladrillo refractario en seco
- ✓ Las dimensiones estándar de un ladrillo recto son: 9”x 4½”x 2x½”.
- ✓ En porcentaje de humedad estándar de un ladrillo refractario debe encontrarse entre los 6 – 10 %, en la experiencia nuestro % Humedad fue de 9.90990991% con un gasto total de ligante (agua) de 55 ml, por lo que concluimos que se ha realizado satisfactoriamente dicho proceso, pero también vemos que los otros 3 ladrillos, exceden el 10% de humedad, y si bien la diferencia no es mucha, pues deben tener en cuenta que para la próxima experiencia que realicen, su gasto de ligante debe de ser menos.
- ✓ La plasticidad de nuestra mezcla refractaria fue de 11%

Tabla V. Rangos del Índice plástico.

ÍNDICE PLÁSTICO	SUELO
Igual a cero	No plástico
Menor de 7	Baja plasticidad
Comprendido entre 7 y 17	Medianamente plástico
Mayor de 17	Altamente plástico



Índice de plasticidad

- ✓ De acuerdo a nuestra figura de índice de plasticidad, esta plasticidad se encuentra adecuada para la fabricación de ladrillos refractarios, y está en el rango de medianamente plástico (11%), dado que si su plasticidad fuese superior a las 25% este sería óptimo para ladrillos de construcción.
- ✓ Concluimos que los porcentajes resultados en los cálculos de las contracciones son las adecuadas para la fabricación de un ladrillo refractario.
- ✓ La temperatura de refractariedad que nos salió es: 1762.187524°C > 1520°C entonces se comprueba que es un refractario.
- ✓ Nuestra temperatura de trabajo está en el rango de:

$$1562.187524°C < T° \, de \, Trabajo < 1612.187524°C$$

Por lo que es una temperatura aceptable para los ladrillos refractarios con fin de uso en hornos de fundición.

- ✓ El número de cono pirométrico equivalente (CPE) que no salió fue de 35.

1750°C	3182°F	34
1770°C	3218°F	35
1790°C	3254°F	36

Y como podemos observar este número de cono mide una temperatura de fusión de 1770°C, y a nosotros nos salió la temperatura de refractariedad de 1762.187524°C y así podemos observar que nuestros cálculos fueron coherentes y hemos realizado satisfactoriamente el laboratorio

- ✓ En conocimiento de los diferentes métodos de fabricación se puede demostrar que se puede producir ladrillos de composición y estructura diferentes.
- ✓ Las propiedades aislantes son controladas por la influencia de su porosidad (buena homogenización).

8. OBSERVACIONES

- ✓ De las arcillas con las cual trabaje, la arcilla que tiene color claro o blanco es porque contiene un mayor porcentaje de alúmina, por lo que se dirá que esta arcilla elevará la refractariedad de nuestro ladrillo refractario, aumentará su resistencia a la abrasión y resistencia mecánica.
- ✓ El cascote es un material anti plástico, con mayor porcentaje de alúmina, por lo que eleva la refractariedad, este ha aumentado su contenido de alúmina por calcinación.
- ✓ Mientras más fino sea el cascote (luego de ser tamizado -M10 y en algunos casos ser llevado a canchadora) el acabado del ladrillo será más pulido debido a su composición granulométrica, por tener mayor área superficial.
- ✓ Se observó que la coloración de la masa refractaria fue cambiando de un color claro grisáceo a un color más oscuro pardo oscuro, esto se debe a que al agregar el ligante esta masa se vuelve cada vez más plástica.
- ✓ Se observó al golpetear la máquina para la fabricación del ladrillo la presión debe de ser homogénea en cada golpe, caso contrario se zonificará el ladrillo.
- ✓ Se observó que en algunos casos algunos ladrillos presentaban cierto desmoronamiento, esto se debe a varias posibles razones como: la baja presión ejercida en el moldeo, la poca cantidad de ligante añadido para su elaboración y la falta de lubricante(aceite) a la hora de colocar la arcilla en la máquina.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda utilizar la ropa de EPP respectiva para cada área de trabajo, ya que podríamos incurrir en errores no forzados y también a perjudicar nuestra ropa con la que llegamos al laboratorio.
- ✓ Se recomienda que al pesar las arcillas tener la balanza calibrada y estática para su mejor precisión, ya que si no fuera el peso podría ser afectado y los cálculos no serian los adecuados.
- ✓ Trabajar en un ambiente limpio y ordenado, y al finalizar nuestra prueba de laboratorio dejarlo de igual manera, esto también habla bien de la calidad de personas que somos y la educación que traemos de casa.
- ✓ No se debería usar intempestivamente el horno eléctrico ya que podríamos dañarlo, pero en nuestra experiencia el profesor fue quien llevo los ladrillos al horno ya que se perdió clase por problemas internos en la universidad.
- ✓ Si por algún motivo inhalamos las arcillas o entra en contacto con la vista, se recomienda lavarse con abundante agua y posteriormente hacerse una revisión médica.
- ✓ Al extraer los ladrillos del horno eléctrico se debe hacer con mucho cuidado ya que podríamos romperlo al momento de sacarlo, cabe recalcar que en nuestra experiencia el profesor fue quien saco los ladrillos del horno.
- ✓ Al extraer el ladrillo de la maquina prensadora hacerlo con cuidado ya que se puede romper o desmoronar en el intento.
- ✓ Al momento de medir los ladrillos es recomendable medir todos los lados posibles ya que así podríamos calcular con más precisión la contracción del ladrillo.

10. BIBLIOGRAFIA

- ✓ Andrés Pinto. Materiales y materias primas. Cerámica (Capítulo 6). Guía didáctica.
- ✓ E. Galán, P. Aparicio. Materias primas para la industria cerámica.
- ✓ Materiales Cerámicos. Materiales Industriales I. Facultad de Ingeniería – UBA.
- ✓ EcuRed, Conocimiento con todos y para todos. Cuba. Recuperado dE https://www.ecured.cu/Cer%C3%A1mica
- ✓ Fiori C., Fabbri B., Donati G., Venturi I. (1989). Mineralogical composition of the clay bodies used in the Italian industry. Appl. Clay Sci. 4: 461 – 474.
- ✓ http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v78n167/a06v78n167.pdf
- ✓ https://ceramica.fandom.com/wiki/Tabla_de_conos_de_Seger
- ✓ http://www.quantotec.com/PDFS/TABLA_SELECCION_CONOS_ORTON.pdf
- ✓ http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2549_C.pdf